



PCT/EP 03 / 00441
Rec'd PAT/PTO 21 DEC 2004
0/518517

ÖSTERREICHISCHES PATENTAMT
A-1200 Wien, Dresdner Straße 87

Kanzleigebühr € 13,00
Schriftengebühr € 52,00

REC'D 22 JUL 2003

WIPO

PCT

Aktenzeichen **A 954/2002**

Das Österreichische Patentamt bestätigt, dass

die Firma SEZ AG
in A-9500 Villach, Draubodenweg 29
(Kärnten),

am **25. Juni 2002** eine Patentanmeldung betreffend

"Vorrichtung zur Flüssigkeitsbehandlung von scheibenförmigen
Gegenständen",

überreicht hat und dass die beigeheftete Beschreibung samt Zeichnungen
mit der ursprünglichen, zugleich mit dieser Patentanmeldung überreichten
Beschreibung samt Zeichnungen übereinstimmt.

Es wurde beantragt, Ing. Karl-Heinz Hohenwarter in Villach (Kärnten),
als Erfinder zu nennen.

BEST AVAILABLE COPY

Österreichisches Patentamt

Wien, am 6. Juni 2003

Der Präsident:

i. A.



HRNCIR
Fachoberinspektor

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



954/2002

ixen
SEZ 0073-AT

51 Int. Cl. :

AT PATENTSCHRIFT

Nr.

(73) Patentinhaber:

SEZ AG

(54) Gegenstand :

Vorrichtung zur Flüssigkeitsbehandlung von scheibenförmigen Gegenständen

(61) Zusatz zu Patent Nr.

(66) Umwandlung aus GM

(62) Ausscheidung aus :

(22) (21) Angemeldet am:

(30) Priorität :

(42) Beginn der Patentdauer :

Längste mögliche Dauer :

(45) Ausgegeben am :

(72) Erfinder :

Ing. Karl-Helz Hohenwarter

(60) Abhängigkeit :

(56) Entgegenhaltungen, die für die Beurteilung der Patentierbarkeit in Betracht gezogen wurden:

Vorrichtung zur Flüssigkeitsbehandlung von scheibenförmigen Gegenständen

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Flüssigkeitsbehandlung eines scheibenförmigen Gegenstandes, insbesondere eines Wafers.

5

Wenn im Folgenden der Begriff Wafer verwendet wird, so steht dies für verschiedenste Arten von scheibenförmigen Gegenständen, wie z.B. Harddisks, CDs oder auch Substrate für Flachbildschirme.

10 Während der Flüssigkeitsbehandlung kann der Wafer entweder still stehen, oder um seine Achse rotieren.

Bekannt sind Vorrichtungen zur Flüssigkeitsbehandlung eines Wafers, bei denen der Wafer auf einem Träger gehalten wird, und Flüssigkeit auf den Wafer von oben oder unten
15 aufgetragen wird. Während des Flüssigkeitsauftrags rotiert der Träger und mit ihm der Wafer, und die Flüssigkeit wird vom Wafer bzw. vom Träger abgeschleudert. Eine solche Vorrichtung ist z.B. in der US4903717 beschrieben. Die abgeschleuderte Flüssigkeit trifft in einer den Träger umgebenden Kammer auf eine stehende (nicht rotierende) Oberfläche. Durch den Aufprall entstehen Spritzer, die in den Bereich außerhalb der Kammer gelangen
20 können. Dies ist jedoch unerwünscht, da es sich bei den Behandlungsflüssigkeiten oft um ätzende Medien handelt, und daher Flüssigkeitsspritzer die Kammer umgebenden Maschinenteile oder auch den zu behandelnden Wafer beschädigen können.

Bei Vorrichtungen zur Flüssigkeitsbehandlung eines Wafers ist auch bekannt, untereinander
25 mehrere Ringkammern anzuordnen und einen rotierbaren Träger vertikal zu verschieben, wodurch verschiedene Flüssigkeiten in unterschiedlichen Ringkammern aufgefangen werden und so getrennt, gesammelt und wieder verwendet werden können. Hier stören Flüssigkeitsspritzer insoweit, als die Spritzer der einen Flüssigkeit in die Kammer der anderen Flüssigkeit gelangen können, wodurch diese Flüssigkeit verunreinigt wird.

30

Aufgabe der Erfindung ist es, Flüssigkeitsspritzer zu vermeiden sowie auf den Wafer aufgebrauchte Flüssigkeit von diesem wegzuführen. Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, auf den Wafer aufgebrauchte Flüssigkeit von diesem wegzuführen, unabhängig davon ob und mit welcher Geschwindigkeit der Wafer rotiert.

35

Deshalb schlägt die Erfindung in ihrer allgemeinsten Form eine Vorrichtung vor, die einen Träger zum Aufnehmen des scheibenförmigen Gegenstandes aufweist, der

Flüssigkeitszuführeinrichtung zum Aufbringen von Flüssigkeit auf einen auf dem Träger befindlichen scheibenförmigen Gegenstand und einen Flüssigkeitsauffangring, der im wesentlichen koaxial zum Träger angeordnet ist und um die Achse des Flüssigkeitsauffangringes rotierbar ist, wobei der Flüssigkeitsauffangring relativ zum Träger bewegbar ist. Diese Relativbewegung kann eine axiale Verschiebung oder eine Rotation sein.

Bei dem Träger (Chuck) zum Aufnehmen des scheibenförmigen Gegenstandes kann es sich z.B. um einen sogenannten Vakuum-Chuck oder einen Pin-Chuck handeln. Beim Vakuum-Chuck wird der Wafer durch eine Saugeinrichtung auf der Trägeroberfläche gehalten. Beim Pin-Chuck wird der Wafer umfangseitig durch Greifelemente (z.B. Stifte bzw. Pins) gehalten. Diese Pins können starr oder beweglich (kippter oder schwenkter) ausgeführt sein.

15 Flüssigkeitszufuhreinrichtung zum Aufbringen von Flüssigkeit auf einen auf dem Träger befindlichen scheibenförmigen Gegenstand können so ausgestaltet sein, dass die Flüssigkeit auf die dem Träger abgewandte Oberfläche, oder auch durch den Träger, auf die dem Träger zugewandte Oberfläche des Wafers aufgebracht wird.

20 Der Flüssigkeitsauffangring dient dem Auffangen von Flüssigkeit, die von einem Wafer abrinnt oder abgeschleudert wird.

Ein Vorteil der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist, dass Flüssigkeit, die vom Wafer auf den Flüssigkeitsauffangring gelangt durch die Rotation des Flüssigkeitsauffangringes an dessen Innenwand gehalten wird und an der Innenfläche durch Schwerkraft, Zentrifugalkraft und/oder Gasstrom (Luftführung) in axialer Richtung weitergefördert wird. Handelt es sich bei der Innenfläche des Flüssigkeitsauffangringes um einen Zylindermantel, so wird die Flüssigkeit bloß durch Schwerkraft und/oder Gasstrom nach unten befördert und am unteren Ende des Flüssigkeitsauffangringes nach außen geschleudert. Dies ist in einem Bereich unterhalb des Wafers, wodurch die Wahrscheinlichkeit der Verunreinigung des Wafers mit abgeschleudeter Flüssigkeit verringert wird.

Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Vorrichtung zeigt sich bei Einsatz eines rotierbaren Trägers. Flüssigkeit, die von einem rotierenden Wafer abgeschleudert wird, kann von einem in die gleiche Richtung rotierenden Flüssigkeitsauffangring sanft aufgenommen werden.

Bei rotierbaren Trägern wird noch ein weiterer Vorteil erzielt, wenn Träger und Flüssigkeitsauffangring mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten rotieren können, denn für ein optimales Prozessergebnis kann es erforderlich sein, den Träger sehr langsam rotieren oder sogar stehen zu lassen, während für das Abschleudern von Flüssigkeit eine Mindestgeschwindigkeit erforderlich ist.

Bei einer Ausführungsform ist der Flüssigkeitsauffangring relativ zum Träger rotierbar. Der Flüssigkeitsauffangring ist mit dem Träger nicht direkt verbunden und ist unabhängig von diesem rotierbar. Dies bringt den Vorteil, dass auf den Wafer aufgebrachte Flüssigkeit von diesem weggeführt wird, unabhängig davon ob und mit welcher Geschwindigkeit der Wafer bzw. der Träger rotiert.

In einer weiteren Ausführungsform sind Einrichtungen zum relativen, axialen Verschieben von Träger und Flüssigkeitsauffangring zueinander vorgesehen.

Eine Einrichtungen zum relativen, axialen Verschieben von Träger und Flüssigkeitsauffangring zueinander, kann entweder den Träger oder auch den Flüssigkeitsauffangring bewegen, oder sowohl den Träger als auch den Flüssigkeitsauffangring. Diese mögliche vertikale Relativbewegung von Träger zu Flüssigkeitsauffangring bietet die Möglichkeit, den Träger so weit freizugeben, dass ein Wafer mit herkömmlichen Mitteln (Roboter-End-Effektoren) leicht auf den Träger gelegt und vom Träger entfernt werden kann. Dabei bringt die mögliche Relativbewegung von Träger zu Flüssigkeitsauffangring die zusätzlichen Vorteile, dass verschiedene Flüssigkeiten in umfangseitig angebrachte Ringkanälen getrennt gesammelt werden können.

Bei einer Ausführungsform kann der Träger rotierbar sein. Dies bringt den Vorteil, dass Flüssigkeit vom Wafer oder Träger nicht nur abrinnt, sondern abgeschleudert wird.

Vorteilhaft ist eine Vorrichtung wobei der Durchmesser der Innenfläche des Flüssigkeitsauffangringes in axialer Richtung variiert. Dadurch kann Flüssigkeit durch die Zentrifugalkraft vom kleineren Durchmesser der Innenfläche zum größeren Durchmesser befördert werden. Ist der größere Durchmesser oberhalb des kleineren Durchmessers so wird Flüssigkeit gegen die Wirkung der Schwerkraft nach oben befördert und z.B. am oberen Ende des Flüssigkeitsauffangringes nach außen geschleudert.

Bei einer Ausführungsform der Vorrichtung ist der Flüssigkeitsauffangring mittels einer Vorrichtung, die den Träger in axialer Richtung verschieben kann, axial verschiebbar.

Bei einer weiteren Ausführungsform befinden sich die radialen Durchlässe an den Stellen des Flüssigkeitsauffangringes, an denen zumindest lokal der Durchmesser der Innenfläche am größten ist. Die Flüssigkeit wird durch Zentrifugalkraft an die Bereiche des größten Durchmessers gefördert und dann durch die Durchlässe nach außen befördert.

Vorteilhaft ist, wenn die Innenfläche des Flüssigkeitsauffangringes konisch ausgebildet ist. Dies ermöglicht die Förderung der Flüssigkeit mit gleichbleibender Resultierender der Zentrifugalkraft, unabhängig davon, wo auf der Innenfläche die Flüssigkeit aufgetroffen ist.

10

Weiters kann bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung am unteren Ende des Flüssigkeitsauffangringes ein Boden angeformt sein, der radial nach innen hin ansteigt. Dadurch wird Flüssigkeit noch besser gesammelt. Wenn der Innendurchmesser des Bodens kleiner gewählt wird als der Durchmesser des Trägers, oder der Innendurchmesser des Bodens kleiner als der Waferdurchmesser gewählt wird (falls der Träger kleiner ist als der Wafer), dann kann der Boden auch bei stehendem (nicht rotierendem) Wafer direkt vom Träger oder Wafer abfließende Flüssigkeit auffangen.

15

Bei einer weiteren Ausführungsform ist um den Flüssigkeitsauffangring herum zumindest eine nach innen hin offene ringförmige Kammer angeordnet, in der vom Flüssigkeitsauffangring abgeschleuderte Flüssigkeit gesammelt wird.

20

Auch kann diese Vorrichtung zumindest zwei ringförmige Kammern besitzen, wobei die nach innen weisenden Öffnungen untereinander angeordnet sind. Dabei sind Einrichtungen zum relativen, axialen Verschieben von Kammern und Flüssigkeitsauffangring zueinander vorgesehen. Dadurch wird es möglich, verschiedene Flüssigkeiten in verschiedenen Kammern getrennt von einander zu sammeln und getrennt zu entsorgen, oder der Flüssigkeitszufuhreinrichtung z.B. filtriert zuzuführen.

25

Bei einer vorteilhaften Ausführungsform hat zumindest ein Teil der Außenfläche des Flüssigkeitsauffangringes die Form eines Zylindermantels. Dies ermöglicht bei mehreren untereinander befindlichen Ringkammern, dass die Ringkammern in die gerade nicht abgeschleudert wird, durch den Zylindermantel abgedeckt werden. Dieses Abdecken der Ringkammern kann dicht oder auch nicht dicht erfolgen.

30

35

Die Vorrichtung kann so ausgestaltet sein, dass die zumindest eine ringförmige Kammer und der Träger gegeneinander nicht in axialer Richtung verschiebbar sind. Dies hat den Vorteil,

dass wenn der Träger und die ringförmige Kammer direkt oder indirekt auf einer gemeinsamen Einheit angeordnet sind, lediglich der Flüssigkeitsauffangring vertikal verschoben werden muss. Träger und Kammern werden somit nicht vertikal bewegt, was den Vorteil bringt, dass Zuleitungen zum Träger (für Gas und/oder Flüssigkeit) und Ableitungen der Kammern nicht bewegt werden müssen was die Lebensdauer der Leitungen wesentlich erhöht und auch die Konstruktion der Leitungsführung einfacher werden lässt.

Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachstehenden Beschreibung der in den Zeichnungen gezeigten Ausführungsbeispiele der Erfindung.

Es zeigt Fig. 1 schematisch Axialschnitte einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

Die Vorrichtung besteht aus einem rotierbaren Träger 1 (Chucks), einem um den Träger 1 angeordneten Flüssigkeitsauffangring 2 und einer um den Flüssigkeitsauffangring 2 angeordneten Einheit von drei ringförmigen Kammern 4, 4', 4". Träger 1, Flüssigkeitsauffangring 2 und Kammereinheit 3 sind coaxial zueinander angeordnet.

Der Träger 1 ist durch eine Lagereinheit (nicht dargestellt) rotierbar auf der Grundplatte 18 gelagert. Der Träger kann durch die Motor-Getriebe-Einheit 20 (hier mit einem Riementrieb) in Rotation RC versetzt werden. Typische Rotationsgeschwindigkeiten des Trägers während ein Wafer behandelt wird, sind 0 bis 4000 rpm (Umdrehungen pro Minute). Umfangseitig am Träger ist eine Abtropfkante 14 angeformt, um ein Abrinnen von Behandlungsflüssigkeit bei geringen Drehzahlen, oder wenn der Träger steht, zu ermöglichen.

Der Flüssigkeitsauffangring 2 ist rotierbar auf einem Hubtisch 19 gelagert und wird durch die Motor-Getriebe-Einheit 22 (hier mit einem Riementrieb) in Rotation RS versetzt. Typische Rotationsgeschwindigkeiten des Flüssigkeitsauffangringes während ein Wafer behandelt wird, sind 50 bis 2000 rpm. Der Flüssigkeitsauffangring 2 besitzt eine sich nach oben hin verjüngende konusartige Innenfläche 6 und eine Außenfläche 11 in Form eines Zylindermantels. Am unteren Ende der konusartigen Innenfläche 6 geht diese Innenfläche 6 in eine Boden 7 über. Der Boden 7 steigt zum Zentrum hin leicht an, und hat einen Innendurchmesser der kleiner ist als der Außendurchmesser des Trägers 1. Der Hubtisch 19 wird durch Hubelemente 25 (z.B. Pneumatikzylinder) gehoben und gesenkt. Dadurch ändert sich in einer Richtung die Relativlage einerseits des Flüssigkeitsauffangringes zum Träger und andererseits des Flüssigkeitsauffangringes zu der Kammer.

Im Übergang der konusartigen Innenfläche 6 zum Boden 7 befinden sich Durchlässe 5 (Schlitze oder Bohrungen) radial nach außen. Die Durchlässe befinden sich demnach in einem Bereich des lokal größten Durchmessers der Innenfläche. Durch diese Durchlässe wird Flüssigkeit, die vom Flüssigkeitsauffangring gesammelt wurde, radial nach außen abgeführt und abgeschleudert.

Fig. 2 zeigt eine spezielle Ausführungsform der Durchlässe 5, die ein exakteres Abschleudern der Flüssigkeit ermöglichen. Oberhalb und unterhalb der Durchlässe 5 sind in der Außenfläche 11 des Flüssigkeitsauffangrings um den Umfang Nuten 16 eingearbeitet, dadurch bilden sich unmittelbar oberhalb und unterhalb anschließend an die Durchlässe 5 Abrisskanten 17. Dies verhindert, dass Flüssigkeit, die aus dem Durchlass austritt, entlang der Außenfläche 11 nach oben oder unten weiterinnit.

Bei höheren Drehzahlen des Trägers (über ca. 50 rpm) wird Flüssigkeit direkt vom Wafer tangential abgeschleudert und trifft auf die Innenfläche 6 des Flüssigkeitsauffangrings 2 und rinnt nach unten, dargestellt durch die Pfeile A. Bei geringen Drehzahlen des Trägers (unter ca. 50 rpm) rinnt die Flüssigkeit von der Abtropfkante 14 ab und wird vom Boden 7 des Flüssigkeitsauffangrings 2 gesammelt. In beiden Fällen wird die Flüssigkeit unterstützt durch die Zentrifugalkraft des rotierenden Flüssigkeitsauffangrings in Richtung der Durchlässe 5 und durch diese hindurch gefördert. Um Spritzen möglichst zu vermeiden ist es vorteilhaft, wenn die Drehzahl des Flüssigkeitsauffangrings auf die Geschwindigkeit des Trägers bzw. der vom Wafer abgeschleuderten Flüssigkeit abgestimmt wird. Die beiden Drehrichtungen sollten gleich sein und die Drehzahlen sollten sich nicht mehr als um den Faktor 2 von einander unterscheiden, und auch nicht mehr als um 200 rpm unterschiedlich sein.

Die Kammern 4, 4', 4'' werden von den Ringen 3 gebildet, und auch durch die Ringe 3 von einander getrennt. Die Ringe 3 liegen konzentrisch ineinander bzw. übereinander und besitzen demnach von innen nach außen ansteigenden Durchmesser. Die Kammereinheit ist auf der Grundplatte 18 befestigt. In jeder Kammer kann eine andere Flüssigkeit gesammelt werden. Jede Kammer wird durch eine ihr zugeordnete Absaugleitung 8, 8', 8'' entleert. Dabei wird Flüssigkeit abgesaugt. Weiters erzeugt die Absaugleitung 8, 8', 8'' einen Luftstrom von der Mündung radial nach außen. Dadurch wird Luft und Flüssigkeit durch die Durchlässe 5 aus dem Innenraum des Flüssigkeitsauffangrings 2 in die Kammer gesaugt, wodurch das Abschleudern der Flüssigkeit zusätzliche unterstützt wird. Auch wird durch die Absaugung ein Luftstrom B innerhalb des Flüssigkeitsauffangrings 2 nach unten erzeugt.

Das abgesaugte Flüssigkeits-Gas-Gemisch wird einer Gas-Flüssig-Trennungseinheit (nicht dargestellt) zugeleitet, wobei das Gas der Abluft zugeführt und die abgetrennte Flüssigkeit im Kreis geführt oder dem Abfluss zugeführt wird .

- 5 Die Figuren 3a bis 3d zeigen schematisch die Vorrichtung in verschiedenen Betriebszuständen.

Fig. 3a zeigt den Flüssigkeitsauffangring 2 in unterster Position. Der Wafer ist umfangseitig frei zugänglich. Diese Position wird beim Be- und Entladen gewählt.

10

Fig. 3b bis 3d zeigt den Flüssigkeitsauffangring in unterschiedlichen Positionen, wobei die Positionen jeweils so gewählt sind, dass die Durchlässe 5, in die nach innen weisenden Öffnungen der Ringkammern 4, 4' bzw. 4'' weisen und somit Flüssigkeit vom Flüssigkeitsauffangring in die entsprechende Ringkammer abgeschleudert wird. Das Auffangen in der entsprechenden Ringkammer wird dadurch unterstützt, dass die entsprechende Absaugleitung 8, 8' oder 8'' aktiviert wird und Luft nur von der Ringkammer angesaugt wird, die an die gewählte Absaugleitung angeschlossen ist.

15

0103.102

Patentansprüche:

1. Vorrichtung zum Behandeln von scheibenförmigen Gegenständen (10) mit Flüssigkeiten, umfassend:
 - 5 1.1 einen Träger (1) zum Aufnehmen des scheibenförmigen Gegenstandes;
 - 1.2 eine Flüssigkeitszufuhreinrichtung (17) zum Aufbringen von Flüssigkeit auf einen auf dem Träger befindlichen scheibenförmigen Gegenstand; und
 - 1.3 einen Flüssigkeitsauffangring (2), der im wesentlichen koaxial zum Träger (1) angeordnet ist und um die Achse des Flüssigkeitsauffangringes rotierbar ist, wobei
 - 10 der Flüssigkeitsauffangring relativ zum Träger bewegbar ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Flüssigkeitsauffangring relativ zum Träger rotierbar ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1, Einrichtungen (25) zum relativen, axialen Verschieben von Träger (1) und Flüssigkeitsauffangring (2) zueinander.
- 15 4. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Träger (1) rotierbar ist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Durchmesser (D) der Innenfläche (6) des Flüssigkeitsauffangringes (2) in axialer Richtung variiert.
6. Vorrichtung nach Anspruch 1, bei der der Flüssigkeitsauffangring (2) radiale Durchlässe (5) hat, durch die Flüssigkeit radial nach außen befördert werden kann.
- 20 7. Vorrichtung nach Anspruch 4 bei der sich die radialen Durchlässe (5) an den Stellen des Flüssigkeitsauffangringes (2) befinden, an denen zumindest lokal der Durchmesser (D) der Innenfläche (6) am größten ist (Dmax).
8. Vorrichtung nach Anspruch 5, wobei die Innenfläche (6) des Flüssigkeitsauffangringes (2) konisch ausgebildet ist.
- 25 9. Vorrichtung nach Anspruch 5, wobei am unteren Ende des Flüssigkeitsauffangringes (2) ein Boden (7) angeformt ist, der radial nach innen hin ansteigt.
10. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei um den Flüssigkeitsauffangring (2) herum zumindest eine nach innen hin offene ringförmige Kammer (4) angeordnet ist, in der vom Flüssigkeitsauffangring (2) abgeschleuderte Flüssigkeit gesammelt werden kann.
- 30 11. Vorrichtung nach Anspruch 10 mit zumindest zwei ringförmiger Kammer (4, 4'), wobei die nach innen weisenden Öffnungen untereinander angeordnet sind, und Einrichtungen (25) zum relativen, axialen Verschieben von Kammern (4,4') und Flüssigkeitsauffangring (2) zueinander vorgesehen sind.
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, bei der zumindest ein Teil der Außenfläche (7) des Flüssigkeitsauffangringes (2) die Form eines Zylindermantels hat.
- 35 13. Vorrichtung nach Anspruch 10, bei der die zumindest eine ringförmige Kammer (4) und der Träger (1) gegeneinander nicht in axialer Richtung verschiebbar sind.

Zusammenfassung

Es wird eine Vorrichtung vorgeschlagen, die einen Träger 1 zum Aufnehmen des scheibenförmigen Gegenstandes 10 umfasst, eine Flüssigkeitszuführeinrichtung 17 zum Aufbringen von Flüssigkeit auf einen auf dem Träger 1 befindlichen scheibenförmigen
6 Gegenstand 10 und einen Flüssigkeitsauffangring 2, der im wesentlichen koaxial um den Träger 1 herum angeordnet ist und um die Achse des Flüssigkeitsauffangringes 2 rotierbar ist.

A 954/2002

-1-

Urtext

Fig. 1

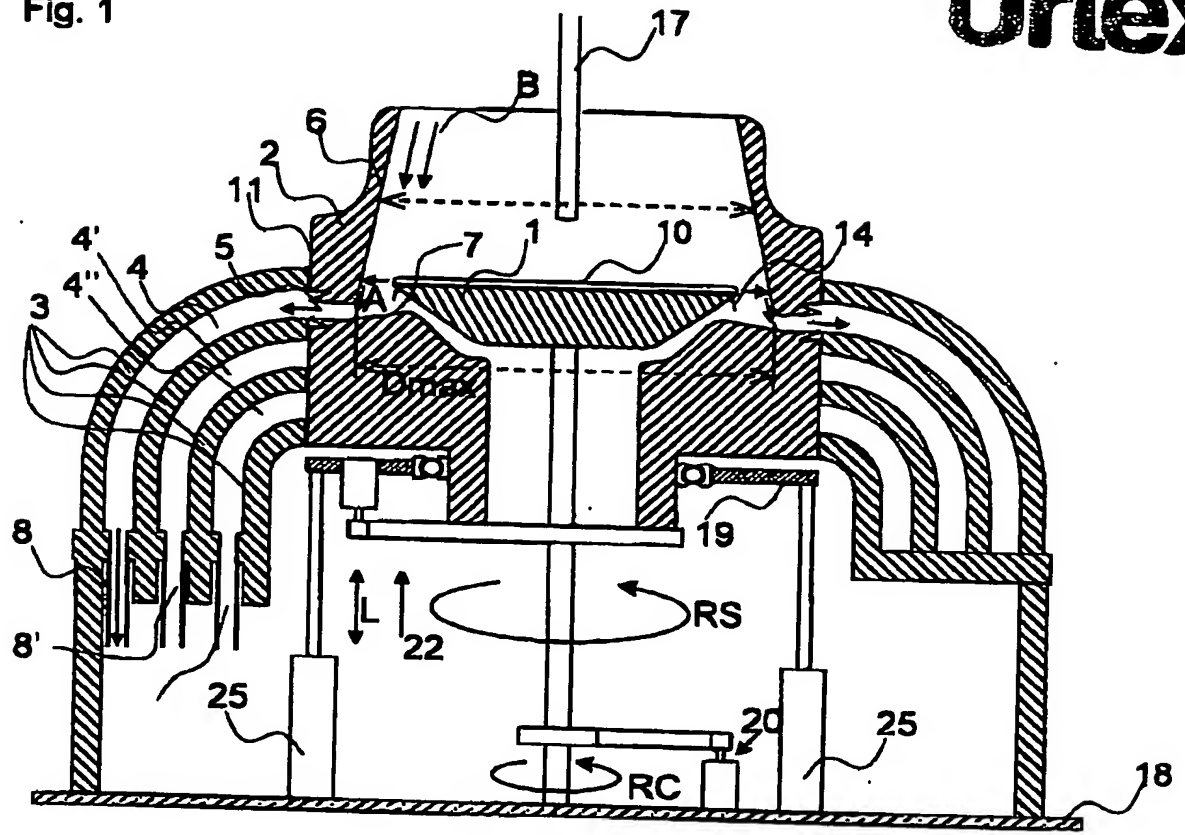
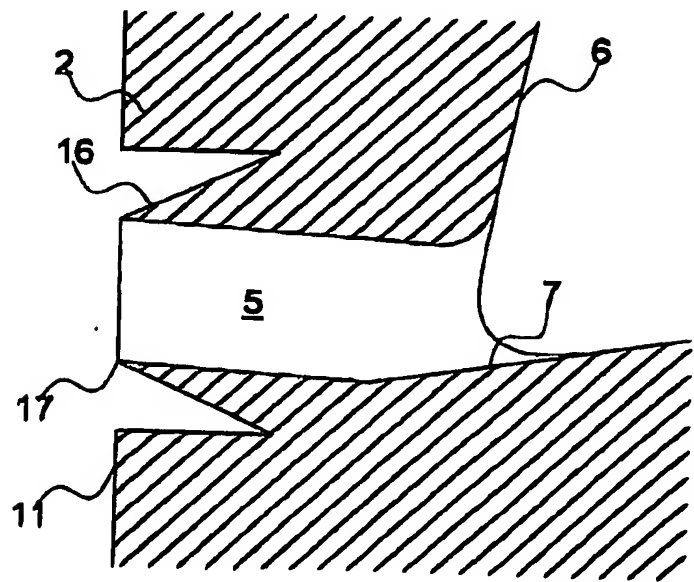


Fig. 2



A 954/2002

- 2 -

Urtext

Fig. 3a

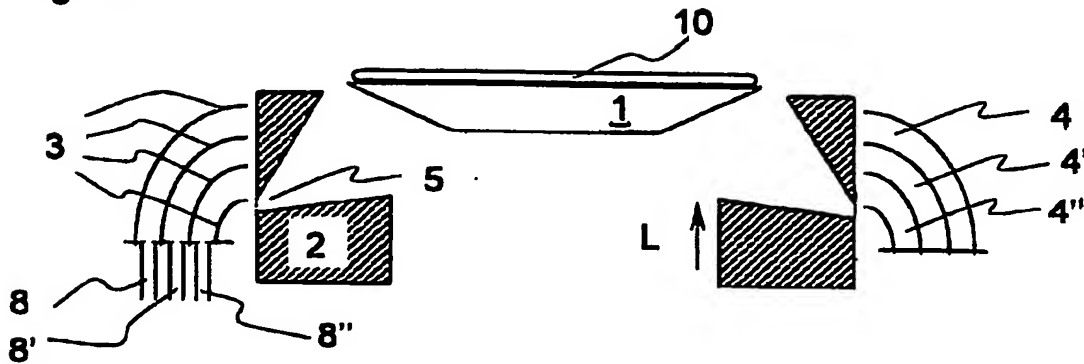


Fig. 3b

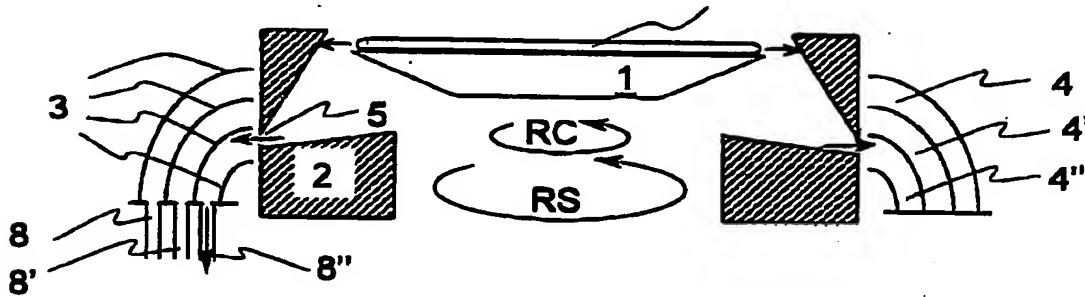


Fig. 3c

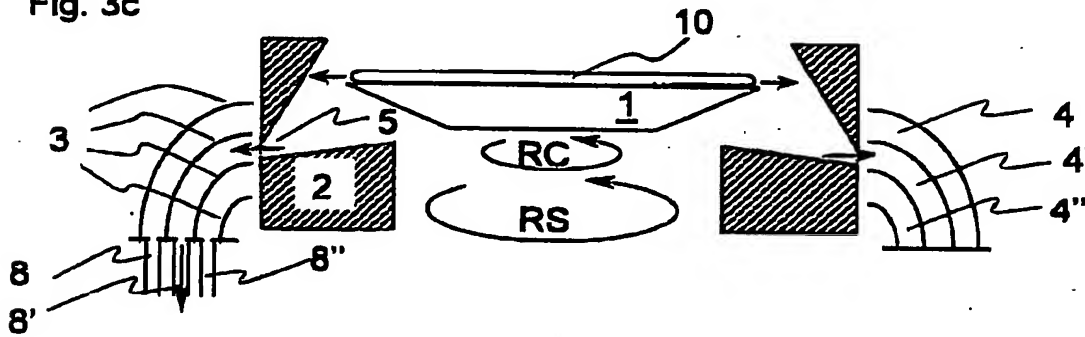
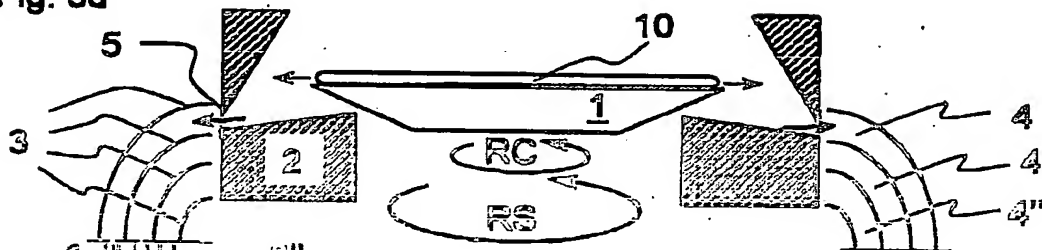


Fig. 3d



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant:

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☒ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☒ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.